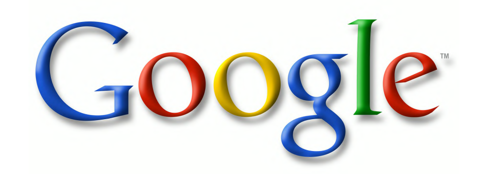
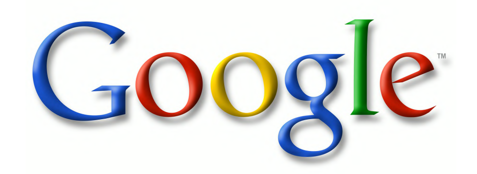




Ule, W.

Die Mansfelder Seeen



J. C. Branner

Die Mansfelder Seeen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde,

welche mit

Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

am 8. Februar 1888 um 12 Uhr mittags

öffentlich verteidigen wird

Wilhelm Ule
aus Halle a. S.

Opponenten:

Victor Steinecke, Dr. phil.
Ernst Schultz, cand. math.
Otto Heinichen, Assistent
am Chem. Laboratorium.

Halle a. S.,

Druck der Buchdruckerei des Waisenhauses.

1888.

Vorwort.

Die nachstehenden Aufsätze enthalten die Ergebnisse einiger Einzeluntersuchungen, welche an den Mansfelder Seeen im Auftrage des Vereins für Erdkunde zu Halle angestellt worden sind. Einer genauen chemischen Analyse des Seewassers (S. 6 ff.) schliefst sich die Darstellung der Tiefenverhältnisse (S. 20 ff.), sowie eine Berechnung der Gröfse von Zu- und Abflufs (S. 29 ff.) dieser Wasserbecken an. Aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchungen ist dann unter Hinzuziehung der geologischen Verhältnisse der Seeumgebung der Versuch einer Erklärung der Entstehung der Seeen gemacht worden (S. 32 ff.).

Bei der Ausführung der Untersuchungen bin ich von so vielen Seiten unterstützt worden, dafs es mir ganz unmöglich ist, hier Jedem namentlich für seine Hilfe zu danken. Dennoch kann ich es nicht unterlassen, meinen verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. A. Kirchhoff und Herrn Professor Dr. J. Volhard, für die liebenswürdige Unterstützung und Anregung, welche sie mir bei Anfertigung der Arbeit haben angedeihen lassen, an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Die Mansfelder Seeen.

(Mit Karte.)

Etwa 15 km w. von Halle und nur 6 km osö. von Eisleben liegen zwei nicht unbedeutende Seeen. Als die blauen Augen der Grafschaft Mansfeld seit Alters im Volksmunde gekennzeichnet, werden dieselben heute gemeinhin die Mansfelder oder Eislebener Seeen genannt. Diese Wasserbecken nehmen die tiefste Senke des sich sö. an den Harz anlagernden sogenannten Mansfelder Hügellandes ein. Sie bestehen aus dem gröfseren „Salzigen See“ mit einem buchtartigen Anhängsel, dem Bindersee, und dem kleineren „Süfsen See“.

Der Salzige See gleicht seiner Gestalt nach einem von W. nach O. sich erstreckenden Rechteck; er hat eine Länge von etwa 6 km. und eine mittlere Breite von 1,5 km. In seinem ö. Teile erweitert sich der See bedeutend nach N., indem er den nur durch eine schmale Landzunge, die sogenannte Teufelsbrücke, abgeschnittenen Bindersee bildet. Hier erreicht die Wasserfläche eine Breite von 2 km. Die Arealfläche des Salzigen Seees und Binderseees beträgt 8,797 qkm[1]. Der Wasserspiegel liegt 88,9 m über dem Spiegel der Nordsee.

Der Süfse See, der eine schmale, von WNW. nach SSO. gerichtete Thalsenke ausfüllt, hat eine Länge von 5 km und eine Breite von noch nicht 1 km. Das Areal desselben umfafst 2,619 qkm[1]. Sein Wasserspiegel liegt um 5,3 m höher als der des Salzigen Seees, mithin 94,2 m über dem Meeresspiegel.

Wie die Mansfelder Seeen dem Wanderer eine erquickende Abwechselung in der sonst einförmigen Gegend bringen, wie dieselben mit ihren anmutigen Ufern und ihren prächtigen Farbenspiegelungen des Himmels dem Freunde der Natur stets ein ersehntes Ziel seiner Wanderungen sind, so bilden die Seeen nicht minder einen Gegenstand hohen

---

1) Gelbke, Die Volksdichte des Mansfelder See- und Saalkreises. Inaugural-Dissert., Halle 1887 (S. 8).

Interesses für den forschenden Geographen. Die unerwartete Naturerscheinung inmitten einer sonst seeenlosen Gegend, der Umstand, dafs das Wasser der Seeen salzhaltig ist, weiter die hiermit zusammenhängende eigenartige Flora und Fauna der Umgebung, machen die Mansfelder Seeen zu einem der interessantesten Gebiete unserer deutschen Heimat.

1.

Chemische Untersuchung des Wassers.

Die Gröfse und die chemische Zusammensetzung des Salzgehaltes der Mansfelder Seeen ist bisher noch nicht bekannt gewesen, da eingehende Untersuchungen des Seewassers niemals ausgeführt oder wenigstens nicht in die Oeffentlichkeit gedrungen sind. Gleichwohl ist die Kenntnis der Bestandteile dieses Wassers aus verschiedenen Gründen von nicht geringem Werte. Dieselbe ist unbedingt erforderlich zu dem Verständnis der interessanten und teilweise eigenartigen Flora und Fauna, sowie auch zur Erklärung der Entstehung der Seeen.

Die zu einer chemischen Untersuchung notwendigen Wasserproben wurden am 21. und 22. Januar 1887 geschöpft. Die Seeen waren an diesen Tagen mit einer starken Eisdecke überzogen, sodafs man ohne Schwierigkeit an die für die Entnahme der Wasserproben geeigneten Stellen gelangen konnte. Die Temperatur des Wassers betrug zur Zeit der Probenahme $+ 0{,}6^{0}$ bis $+ 0{,}9^{0}$ C. Die Proben verteilten sich in folgender Weise über die Seeen:

Salziger See.

I, Oberflächenwasser, geschöpft bei Wansleben, 250 m vom Ufer entfernt.

II, Tiefenwasser, geschöpft aus der 18 m tiefen Teufe bei Ober-Röblingen. Die Tiefe der Schöpfstelle beträgt 17 m.

III, Oberflächenwasser, geschöpft an derselben Stelle wie II.

IV, Oberflächenwasser, geschöpft bei Unter-Röblingen, 300 m vom Ufer entfernt.

V, Tiefenwasser, geschöpft bei Unter-Röblingen, etwas östlich von IV. Die Tiefe der Schöpfstelle beträgt 6,5 m.

Süfser See.

VI, Oberflächenwasser, geschöpft in nordöstlicher Richtung von Aseleben, 350 m vom Ufer entfernt.

Binder-See.

VII, Oberflächenwasser, geschöpft in der Mitte des nördlichen Teiles des Seees.

Zur Entnahme der Wasserproben aus der Tiefe wurde eine sehr einfache Einrichtung getroffen. An die Leine des zur Ermittelung der Tiefe benutzten Lotapparates wurde eine Flasche angebunden, die mit einem an eine besondere Schnur befestigten Pfropfen gut verschlossen werden konnte. Nachdem die Flasche mit Hilfe des Lotes in die Tiefe gelassen war, wurde durch plötzliches Anziehen der Schnur der Pfropfen entfernt und nun die Flasche solange in der Tiefe gelassen, bis als Zeichen völligen Gefülltseins derselben keine Luftblasen mehr zur Oberfläche aufstiegen. Von dem auf diese Weise geschöpften Wasser wurde der zuoberst in der Flasche befindliche Teil wieder fortgeschüttet, weil demselben bei dem Heraufziehen Wasser aus höheren Schichten mechanisch beigemischt sein konnte. Auch wurde der Flaschenverschlufs auf seine Zuverlässigkeit geprüft, indem die Flasche einmal unentkorkt wieder heraufgeholt wurde. Es stellte sich dabei heraus, dafs in der That noch kein Wasser in die Flasche eingedrungen war.

Analyse.

Das Wasser der Mansfelder Seeen ist klar, durchsichtig und fast farblos. Dasselbe hat einen schwach-salzigen, etwas säuerlichen Geschmack.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes ergab für die einzelnen Wasserproben berechnet auf 4° C.:

I	II	III	IV	V	VI	VII
1,0015	1,0015	1,0015	1,0015	1,0015	1,0026	1,0014.

Das Wasser des Salzigen Seees zeigt überall ein gleiches spezifisches Gewicht. Das hohe spezifische Gewicht des Wassers vom Süfsen See deutet auf einen gröfseren Salzgehalt hin. Zu beachten ist das etwas geringere spezifische Gewicht des Wassers vom Bindersee.

Zur Ermittelung des festen Rückstandes der Wasser wurde eine bestimmte Menge in einer Platinschale auf dem Wasserbade eingedampft und der erhaltene Rückstand zunächst bei 150 bis 180° C. im Ofen getrocknet. Nach dem Wiegen des so getrockneten Rückstandes wurde derselbe schwach geglüht und dann abermals gewogen.

Es wurde gefunden für 100 000 Teile Wasser Teile Rückstand:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
getr.:	152,000	148,000	152,000	155,000	154,000	307,500	147,500
gegl.:	136,000	137,000	135,000	136,500	138,500	282,500	131,500.

Hiernach beträgt der Glühverlust:

I	II	III	IV	V	VI	VII
16,000	11,500	17,000	19,000	15,500	25,000	16,000.

Die Wasserprobe II ist nicht auf dem Wasserbad, sondern auf dem Gasofen eingedampft worden; der nur getrocknete Rückstand derselben hat sich darum zu klein ergeben. Die übrigen Wasserproben aus dem Salzigen See zeigen einen ziemlich gleichen Rückstand, der im Mittel 153,375 auf 100000 Teile Wasser beträgt. Noch übereinstimmender ist die Menge des geglühten Rückstandes. Hier zeigt auch Wasserprobe II keinen wesentlichen Unterschied. Im Mittel beträgt die Menge des Glührückstandes 136,600 Teile.

Entsprechend dem hohen spezifischen Gewicht des Wassers vom Süfsen See ist sowohl der nur getrocknete als auch der geglühte Rückstand dieses Wassers sehr grofs; derselbe beträgt mehr als das Doppelte wie der vom Wasser des Salzigen Seees. Merkwürdig ist dagegen der geringe Rückstand des Wassers vom Bindersee, obwohl doch in diesen der salzreichere Süfse See seinen Abflufs hat.

Der durch das Glühen eingetretene Gewichtsverlust ist zum Teil durch das Verbrennen der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen, zum Teil aber auch durch Zersetzung von Sulfaten und Chloriden entstanden. Da die Rückstände nach dem Glühen kaum eine Bräunung zeigten, so ist anzunehmen, dafs in dem Wasser nur wenig organische Substanzen vorhanden sind. Der Glühverlust des Wassers vom Süfsen See ist verhältnismäfsig gering.

Die Bestimmung der Härte des Wassers wurde nach der Methode von Clark mit Hilfe einer titrierten Seifelösung ausgeführt. Der Grad der Härte des Wassers wurde nach der von Faist und Knaufs aufgestellten Tabelle, welche die den verschiedenen deutschen Härtegraden entsprechende Menge Seifelösung angiebt, bestimmt.

Da die Härte eines Wassers sowohl durch Calcium- als auch durch Magnesiasalze bedingt wird, somit nur ungefähr die Menge dieser Salze im Wasser erkennen läfst, so wurde die Bestimmung der Härte nur an einzelnen Proben ausgeführt. Das Ergebnis war folgendes:

Gesamthärte

I	II	VI	VII
20,06	20,36	33,88	20,44.

Die ziemlich übereinstimmenden Resultate von I und II liefsen weitere Härtebestimmungen des Wassers vom Salzigen See unnötig

erscheinen. Die Gesamthärte desselben beträgt im Mittel 20,21 Härtegrade.

Zur Bestimmung der nach anhaltendem Kochen im Wasser bleibenden und der daraus folgenden temporären Härte wurden nur Wasser I und VI verwendet. Die Bestimmung ergab:

Bleibende Härte	
I	VI
11,22	22,48.

Temporäre Härte	
I	VI
8,84	11,40.

Zu beachten ist hierbei, dafs die bleibende Härte des Wassers vom Süfsen See doppelt so grofs ist als die des Wassers vom Salzigen See, während die Gesamthärte des letzteren Wassers doch nur um $^1/_3$ kleiner ist als die des ersteren.

Zur weiteren qualitativen und quantitativen Analyse wurden mit Ausnahme zu der Bestimmung des Chlorgehaltes nur die Wasserproben III, VI und VII verwendet; also aus jedem See je eine Probe. Die qualitative Prüfung ergab:

III, Salziger See.

Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Eisen.

VI, Süfser See.

Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Salpetersäure, Calcium, Magnesium, Natrium, Eisen.

VII, Bindersee.

Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Eisen.

Die qualitative Prüfung auf Ammoniak mit dem empfindlichen Nefsler'schen Reagens und auf salpetrige Säure mit Jodzinkstärkelösung führte bei den drei Wasserproben zu einem negativen Resultat.

Die quantitative Bestimmung des Chlors erfolgte durch Titrieren mit Silberlösung.

Es enthielten 100 000 Teile Wasser Teile Chlor:

I	II	III	IV	V	VI	VII
50,907	50,197	49,913	49,558	49,913	132,273	48,138.

Das Wasser des Salzigen Sees zeigt eine sehr übereinstimmende Menge von Chlor in den verschiedenen Proben. Im Mittel beträgt der Chlorgehalt in demselben [illegible] Gewichtsteile. Das Wasser vom Süfsen See besitzt aber einen verhältnismäfsig hohen Chlorgehalt; dasselbe hat fast dreimal soviel Chlor als das des Salzigen Sees. Der Bindersee weist dagegen, der geringen Menge festen Rückstandes seines Wassers entsprechend, auch einen geringeren Gehalt an Chlor auf.

Die Ermittelung der Kohlensäure geschah nach der Methode von Pettenkofer.

Das Ergebnis war für 100000 Teile Wasser Teile CO_2:

III	IV	VI	VII
[illegible]	24,000	14,725	15,850.

Diese Werte geben natürlich nur die Menge der freien und sogenannten halbgebundenen Kohlensäure an. Die Bestimmung der gebundenen Kohlensäure wurde nicht besonders vorgenommen, da dieselbe sich aus der Menge der Basen berechnen läfst.

Auffallend ist in den obigen Werten die geringe Menge Kohlensäure in dem Wasser VI des Süfsen Sees ebenso wie die verhältnismäfsig grofse Menge in dem Wasser IV aus dem Salzigen See. Die Flasche, welche letztere Wasserprobe enthielt, war seit ihrem Füllen am See kaum wieder geöffnet worden; es mag daher die Ursache für den gröfseren Kohlensäuregehalt dieser Wasserprobe darin zu suchen sein, dafs aus derselben die freie Kohlensäure noch nicht hatte entweichen können. Da aber eine weitere Wasserprobe aus dem Salzigen See, die in einer vor der Bestimmung nicht wieder geöffneten Flasche sich befand, nur 16,750 Teile freie und halbgebundene Kohlensäure ergab, so kann man auch annehmen, dafs die Kohlensäure überhaupt in sehr verschiedenen Mengen in dem Seewasser enthalten ist.

Die in dem Wasser VI des Süfsen Sees bei der qualitativen Prüfung gefundene Salpetersäure wurde auch quantitativ bestimmt nach der von Trommsdorff modifizierten Methode von Marx, welche auf der entfärbenden Einwirkung der Salpetersäure auf Indigo, wenn dem salpetersäurehaltigen Wasser konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt wird, beruht.

Es wurden hiernach in 100000 Teilen Wasser 0,732 Teile Salpetersäure gefunden.

Die Bestimmung von Schwefelsäure, Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium geschah auf gewichtsanalytischem Wege. Das im Wasser

enthaltene Calcium wurde als oxalsaures Salz gefällt, dieses durch Glühen in Oxyd übergeführt und als solches gewogen.

Danach sind enthalten in 100000 Teilen Wasser

	III	VI	VII
Teile CaO:	16,700	24,600	16,100
Teile Ca:	17,928	17,572	11,500.

Die Schwefelsäure wurde durch Fällung mit Chlorbarium als schwefelsaurer Baryt bestimmt.

Es fanden sich in 100000 Teilen Wasser

	III	VI	VII
Teile SO_3:	27,396	35,428	26,296.

Die Bestimmung der Magnesia erfolgte mittelst Fällung durch phosphorsaures Natrium.

Aus der gewogenen Menge pyro-phosphorsaurer Magnesia ergab sich für 100000 Teile Wasser

	III	VI	VII
Teile MgO:	5,009	6,270	4,792
Teile Mg:	3,005	3,766	2,878.

Die Alkalien endlich wurden durch Barytwasser von der Magnesia getrennt.

Es fanden sich in 100000 Teilen Wasser Teile Chloralkali:

III	VI	VII
99,000	230,000	96,900.

Die Scheidung des Kaliums von Natrium geschah mittelst Platinchlorid.

Es sind enthalten in 100000 Teilen Wasser

	III	VI	VII
Teile KCl:	23,576	55,094	22,386
Teile K:	12,352	28,864	11,742.

Die in den Wassern enthaltene Menge Natrium wurde aus der Differenz der Gesamtmenge Chloralkali und der Menge Chlorkalium ermittelt.

Für 100000 Teile Wasser ergaben sich hiernach

	III	VI	VII
Teile $NaCl$:	75,424	175,006	74,514

oder

Teile Na:	29,657	68,792	29,299.

Auffallend ist die verhältnismäßsig grofse Menge Chloralkali in dem Wasser des Süfsen Seees, die allerdings dem gefundenen grofsen Chlorgehalt desselben durchaus entsprechend ist.

Eine quantitative Prüfung der Wasser auf organische Substanzen wurde, da dieselben nur in geringen Mengen vorhanden sind (s. S. 8), nicht vorgenommen. Aus demselben Grunde ist auch von einer quantitativen Bestimmung des Eisens abgesehen worden. Die Kenntnis solcher in einem Wasser nur spurenweise vorhandenen Substanzen ist ohne wissenschaftlichen Wert.

Zur besseren Übersicht ist das Ergebnis der Untersuchung in nachstehender Tabelle noch einmal zusammengestellt worden. Dabei sind für Wasser III die für I gefundenen Werte der Härte benutzt worden, wogegen wohl auch kein Bedenken erhoben werden kann, da doch die Härtebestimmung eines Wassers überhaupt nur ungefähre Werte giebt.

In 100000 Teilen Wasser sind Teile gefunden worden:

	Salziger See III	Süfser See VI	Bindersee VII
Rückstand getrocknet	152,000	307,500	147,500
Rückstand geglüht	135,000	282,500	131,500
Rückstand Glühverlust	17,000	25,000	16,000
Chlor	49,913	132,273	48,138
Salpetersäure N_2O_5	—	0,732	—
Kohlensäure CO_2	20,025	16,725	18,650
Schwefelsäure SO_3	27,396	35,428	26,296
Calcium CaO	16,700	24,600	16,100
Calcium Ca	11,928	17,572	11,500
Magnesium MgO	5,009	6,270	4,792
Magnesium Mg	3,005	3,766	2,878
Kalium	12,352	28,864	11,742
Natrium	29,657	68,792	29,299

Die Härtegrade der Wasser betragen:

	Salziger See III	Süfser See VI	Bindersee VII
Gesamthärte	20,06	33,88	20,44
Bleibende Härte	11,22	22,48	—
Temporäre Härte	8,84	11,40	—

Berechnung der Analyse.

Die Berechnung der Analyse von Wassern geschieht nach Kubel und Tiemann[1] gewöhnlich in der Art, dafs man das gefundene Chlor

1) Kubel-Tiemann, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig 1874.

zunächst an Alkalimetalle bindet, den Rest der letzteren als Sulfate berechnet und die übrigbleibende Schwefelsäure als Calcium- oder Magnesiumsulfat in Rechnung bringt. Das dann noch freie Calcium endlich ist als Calciumkarbonat in dem Wasser vorhanden. Im allgemeinen wird diese Methode[1] zu richtigen Resultaten führen; allein es unterliegt keinem Zweifel, daſs diese Berechnungsweise bei verschiedenen Wassern doch mehr oder weniger modifiziert werden muſs.

Einen Anhalt für die Zusammenstellung der in einem Wasser gefundenen Basen und Säuren giebt uns die Härtebestimmung. Die bleibende Härte eines Wassers z. B. wird wesentlich gebildet durch die schwefelsauren Salze der Erdalkalimetalle. Dieselbe liefert uns ungefähr die Menge des an Schwefelsäure gebundenen Calcium und Magnesium. Wir werden also umgekehrt aus der bleibenden Härte die ungefähre Menge der an Kalk und Magnesia gebundenen Schwefelsäure berechnen können. In dem Wasser III aus dem Salzigen See betrug die bleibende Härte 11,22 Härtegrade, d. h. in 100000 Teilen Wasser sind hiernach 11,22 Teile Kalk und Magnesia in äquivalenten Mengen an Schwefelsäure gebunden. Durch Rechnung folgt daraus, daſs dann an Kalk und Magnesia 18,700 Teile Schwefelsäure (SO_3) gebunden sind. Die direkte Bestimmung der Schwefelsäure hat aber 27,396 Teile ergeben. Demnach muſs notwendig ein Teil der in dem Wasser III vorhandenen Schwefelsäure an andere Basen — und zwar in diesem Falle an Kali — gebunden sein. Bei dem Wasser VI aus dem Süſsen See betrug dagegen die bleibende Härte 22,48 Härtegrade. Dieser Härte entsprechen 37,47 Teile Schwefelsäure (SO_3). Die im Wasser VI gewichtsanalytisch gefundene Menge Schwefelsäure beträgt aber nur 35,428 Teile. Hieraus schlieſsen wir mit Recht, daſs die in dem Wasser des Süſsen Seees vorhandene Schwefelsäure ganz an die Erdalkalimetalle gebunden ist.

Weiter können wir aus der bleibenden Härte ersehen, daſs die Magnesia unbedingt als Sulfat zu verrechnen ist. Von der in Wasser III gefundenen Menge Schwefelsäure (SO_3) sind nämlich nach Bindung eines Teiles derselben an Kali noch 19,428 Teile übrig. Würden diese allein

---

1) Auch Friedrich Raspe hat in seinem Buche „Heilquellen-Analysen“ im wesentlichen dasselbe Prinzip verfolgt. Er hat bei der Berechnung, soweit dieselbe hier in Betracht kommt, die Kohlensäure an Eisen, Kalk, Magnesia, Natron, die Schwefelsäure an Kalk, Kali, Magnesia, Natron und das Chlor an Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium gebunden.

an Kalk gebunden, so würde die entsprechende Menge Kalk 13,600 Gewichtsteile betragen, während bei einer Bindung an Magnesia und Kalk nur 11,596 Teile sich ergeben. Dieser Wert stimmt aber so ziemlich mit der der bleibenden Härte von 11,22 Graden entsprechenden Menge Kalk-Magnesia überein.

Ähnlich stellen sich die Verhältnisse bei dem Wasser des Süfsen Seees. Addieren wir dort die an Sulfat berechneten Gewichtsteile Magnesia zu dem an Schwefelsäure gebundenen Kalk, so erhalten wir 22,175 Gewichtsteile Kalk-Magnesia. Die bleibende Härte beträgt aber 22,48 Grade. Aus dieser Uebereinstimmung geht offenbar die Richtigkeit der Berechnung hervor.

Bei der Berechnung der Analyse finden wir die oben (S. 10) noch nicht ermittelte Menge der an Basen gebundenen Kohlensäure. Dieselbe beträgt für 100000 Teile Wasser:

III	VI	VII
7,946	6,533	8,255 Teile (CO_2).

Diese gebundene Kohlensäure läfst sich aber ungefähr auch aus der temporären Härte, welche den vorher gelösten Bikarbonaten des Calcium entspricht, berechnen. Die temporäre Härte für das Wasser des Salzigen Seees beträgt z. B. 8,84 Härtegrade. Daraus finden wir 6,95 Teile gebundene Kohlensäure, welcher Wert dem oben berechneten ziemlich nahe kommt.

Mit Hilfe der Menge der gebundenen Kohlensäure können wir nun auch ungefähr die im Wasser enthaltene freie Kohlensäure berechnen. Die gebundene Kohlensäure entspricht einer gleichen Menge halbgebundener. Da wir aber die Menge der freien und halbgebundenen Kohlensäure (S. 10) kennen, so finden wir aus der Differenz der beiden Werte die freie Kohlensäure. Es ergiebt sich hiernach die Menge der freien Kohlensäure in 100000 Teilen Wasser zu:

III	VI	VII
12,079	10,192	10,395.

Diese Berechnung der freien Kohlensäure in den drei Wassern ist natürlich, abgesehen von der Art der Bestimmung überhaupt, schon darum eine sehr ungenaue, weil die Menge der wahrscheinlich noch an Eisenoxydul gebundenen Kohlensäure unbeachtet gelassen ist.

Die Berechnung der Analysen hat ergeben:

	Teile in 100000 Teilen Wasser:		
	Salziger See III	Süfser See VI	Bindersee VII
Chlornatrium ($NaCl$)	75,424	175,006	74,514
Chlorkalium (KCl)	8,712	54,760	6,142
Kaliumsulfat (K_2SO_4)	17,347	0,363	18,989
Magnesiumsulfat ($MgSO_4$)	15,027	18,810	14,376
Calciumsulfat ($CaSO_4$)	15,997	38,626	13,583
Calciumnitrat ($Ca(NO_3)_2$)	—	1,112	—
Calciumkarbonat ($CaCO_3$)	18,059	14,848	18,762
Freie Kohlensäure (CO_2)	12,079	10,192	10,395

Oder in Prozenten des bei 150° bis 180° getrockneten Rückstandes:

	Salziger See III	Süfser See VI	Bindersee VII
Chlornatrium	49,62	56,95	50,52
Chlorkalium	5,73	17,81	4,16
Kaliumsulfat	11,41	0,12	12,87
Magnesiumsulfat	9,89	6,12	9,75
Calciumsulfat	10,52	12,56	9,21
Calciumnitrat	—	0,36	—
Calciumkarbonat	11,88	4,83	12,72
Summa	99,05	98,75	99,23

Die freie Kohlensäure ist hierbei nicht in Prozenten berechnet worden, da die Bestimmungsweise derselben ja keine genauen Werte ergeben konnte.

Die Wasser vom Salzigen See und vom Bindersee zeigen eine ziemlich gleiche Zusammensetzung des Rückstandes. Dagegen ist der Süfse See durch einen grofsen Prozentsatz von Chloralkali ausgezeichnet. Ferner finden wir in dem Wasser des letzteren bedeutend geringere Prozente an schwefelsauren Salzen. Besonders bemerkenswert erscheint die verschwindende Menge Kaliumsulfat. Auch das Kabornat des Calcium ist in dem Wasser des Süfsen Seees in bedeutend kleineren Mengen vorhanden, als in dem der beiden anderen Wasserbecken.

Die bei den Wasseranalysen noch fehlenden Prozente sind zum Teil auf organische Substanzen, zum Teil aber auch auf kohlensaures Eisenoxydul zu rechnen.

Wir schliefsen einige allgemeine Betrachtungen über den Salzgehalt der Mansfelder Seeen an.

Die übereinstimmenden Ergebnisse der verschiedenen Wasserproben des Salzigen Seees in der Gröfse des spezifischen Gewichtes, in der Menge des Rückstandes und in dem Gehalt an Chlor geben einen deutlichen Beweis für die gleichmäfsige Verteilung des Salzgehaltes in dem ganzen Wasserbecken. Dieselben widerlegen zweifellos die vielfach ausgesprochene Vermutung, dafs das Wasser der Mansfelder Seeen stellenweise mehr Salz enthalte. Auch die Behauptung, welche sich vorfindet, dafs die Seeen in den tieferen Schichten, vor allem in den trichterartigen Senkungen des Bodens salziger sein müfsten, wird durch die Analyse in keiner Weise bestätigt. Die Glührückstände der Tiefenwasser II und V sind zwar um ein Geringes gröfser als die der übrigen Proben; allein der Unterschied ist so unbedeutend, dafs er eine Folge eines Zufalles sein kann. Bei einem so flachen Wasserbecken wie dem Salzigen See ist eine solche Verschiedenheit im Salzgehalt kaum denkbar, da ja jeder andauernde Wind das Wasser des Seees gleichsam durchschütteln mufs. In Anbetracht dieses Ergebnisses ist auch davon abgesehen worden, dem Süfsen See und Bindersee ebenfalls Tiefenproben zu entnehmen.

Die Frage, ob die Mansfelder Seeen im Laufe der Zeit einen verschiedenen Salzgehalt gehabt haben, ist nur sehr schwer zu entscheiden, da uns aus früheren Zeiten durchaus keine zuverlässigen Analysen vorliegen. Aus dem Jahre 1730 wird uns zwar von einem Hofrat Hofmann[1] berichtet, dafs auf 2 Mafs Wasser allezeit 2 Quentchen Salz kämen, was, wenn wir das in Sachsen übliche Mafs der Rechnung zu Grunde legen, einen Salzgehalt von 0,24 % entsprechen würde; allein diese Angabe entbehrt jeder Bürgschaft für ihre Richtigkeit, sodafs es gewagt erscheinen würde, daraus irgend welche Schlüsse zu ziehen. Ebenso unzuverlässig sind die Angaben des hallischen Chronisten Dreyhaupt[2] aus dem Jahre 1749, der den Salzgehalt des Salzigen Seees dem der Ostsee gleichschätzt. In dem Universal-Lexikon von Pierer, das in den Jahren 1840 bis 46 erschienen ist, findet sich endlich noch die Angabe, dafs $\frac{1}{256}$, d. h. 0,39 % reines Küchensalz in dem Seewasser enthalten sei; indes auch hier ist nichts darüber gesagt, ob der Angabe eine wirkliche Analyse zu Grunde liegt. Sagenhafte

1) D. Joh. Jockusch, Versuch zur Naturhistorie der Grafschaft Mansfeld. Eisleben 1730. (Abgedruckt in Grundigs „Neuen Versuchen nützlicher Sammlungen zu der Natur- und Kunstgeschichte, sonderlich von Obersachsen“. Bd. I, S. 852).

2) Dreyhaupt, Diplomatisch-Historische Beschreibung des Seekreises. Halle 1749 (Bd. I, S. 624).

Erzählungen von plötzlichem Salzigerwerden des Seees, von damit verbundenem Fischsterben und von ähnlichen Dingen sind natürlich zahlreich vorhanden.

Um zu sehen, ob der Salzgehalt des Salzigen Seees schon innerhalb eines Jahres Veränderungen unterlegen sei, wurde am 27. Juni 1887 abermals dem Salzigen See eine Probe entnommen. Dieselbe zeigte in 100000 Teilen 147 Teile bei 150° bis 180° getrockneten und 134 Teile geglühten Rückstand. Der mittlere Rückstand des im Januar geschöpften Wassers betrug 153,375, bez. 136,600 Teile. Es scheint demnach eine Abnahme des Salzgehaltes vorhanden zu sein. Wenn man indes bedenkt, daſs die Temperatur des Seewassers im Januar 0,9°, im Juni aber 22,5° betrug, so ist es nicht unwahrscheinlich, daſs der geringere Salzgehalt des im Sommer geschöpften Wassers allein auf diesen Temperaturunterschied zurückzuführen ist.

In betreff des Süſsen Seees ist die oben aufgestellte Frage für die jüngste Zeit entschieden zu bejahen. Der gegenwärtige hohe Salzgehalt desselben ist nachweisbar erst innerhalb der letzten Jahrzehnte entstanden. Viele der Uferbewohner wissen sich noch daran zu erinnern, daſs der See vor 30 bis 40 Jahren entschieden süſseres Wasser als heute gehabt hat. Erst als in der Mitte der 70er Jahre durch Stollen die Wasser aus den Mansfelder Bergwerken dem See zugeführt wurden, begann der Salzgehalt ein gröſserer zu werden. Im Jahre 1876 war dem See durch diese Wasser soviel Salz zugeführt worden, daſs die Bäume und Sträucher an dem Ufer eingingen und die Fische in dem See starben[1]. Auf eine Beschwerde der umwohnenden Fischer wurden die Stollenwasser direkt in die Saale geleitet, seit welcher Zeit der Salzgehalt des Wassers wieder abgenommen hat. Daſs diesem Zufluſs der See in der That zum Teil seinen hohen Salzgehalt verdankt, geht unter anderem daraus hervor, daſs das Wasser desselben Salpetersäure enthält, die in dem Wasser des Salzigen Seees kaum in Spuren nachgewiesen werden kann. Da nämlich die Stollenwasser, die teilweise zu flieſsenden Brunnen in Eisleben verwendet wurden, nach einer ärztlichen Untersuchung daselbst soviel Salpetersäure mit sich führten, daſs die betreffenden Brunnen für gesundheitsschädlich erklärt werden

1) Von einem Fischsterben sowohl in dem Salzigen wie in dem Süſsen See wird wiederholt berichtet. Die Ursache wird nicht selten auch in früheren Zeiten auf die eingeleiteten Stollenwasser zurückgeführt. S. d. Gottfried Pareus „Das entdeckte groſse Wunder, das ist Beschreibung der in der Grafschaft Mansfeld befindlichen Saltzsee“, und D. Joh. Jockusch „Versuch zur Natur-Historie u. s. w.“ (Beides in Grundigs Neuen Versuchen u. s. w., Bd. I).

mufsten, so liegt der Schlufs nahe, dafs auch der Salpetersäuregehalt des Süfsen Seees und damit überhaupt der grofse Salzgehalt desselben durch das Stollenwasser hervorgebracht ist. Wahrscheinlich ist auch der grofse Prozentsatz an Chloralkali, durch den sich das Wasser des Süfsen Seees vor dem des Salzigen auszeichnet, ebenfalls ein Beweis für den Ursprung des grofsen Salzgehaltes aus dem Stollen, da die Stollenwasser zuweilen grofse Mengen von Chloralkali mit sich führen.

Dennoch halte ich es für falsch, den ganzen Salzgehalt des Süfsen Seees allein auf diesen Stollenzuflufs zurückführen zu wollen. Vielmehr scheint es nicht unwahrscheinlich, dafs dieses Wasserbecken überhaupt niemals völlig süfs gewesen ist. Diese Annahme findet sich wenigstens dadurch berechtigt, dafs der Boden um den See überall stark mit Salz durchschwängert ist; ferner dafs die Flora an den Ufern, die doch nicht erst in einer Zeit von 30 bis 40 Jahren sich entwickelt haben kann, keineswegs in Bezug auf den Reichtum an Salzpflanzen der des Salzigen Seees nachsteht; endlich aber auch dadurch, dafs in beiden Seeen dieselben Salze, wenn auch nicht in gleichen Verhältnissen, enthalten sind. Indes auch schriftliche Überlieferungen bestätigen die Annahme. So findet sich in einer topographischen Beschreibung des Herzogtums Magdeburg aus dem Jahre 1785[1] die Bemerkung, dafs das Wasser in beiden Seeen gleich salzig sei. Ebenso sagt der hallische Botaniker Sprengel[2] — gewifs ein zuverlässiger Gewährsmann — in seiner im Jahre 1806 erschienenen Flora Halensis über den Süfsen See: „alterum (lacum) perperam dulcem dictum, quum fere aeque salsus sit." Endlich berichtet schon Joh. Jockusch[3] in seinem „Versuch zur Natur-Historie der Grafschaft Mansfeld" aus dem Jahre 1750, dafs infolge der durch den Froschmühlenstollen dem Süfsen See zugeführten Bergwerkswasser die Krebse und Hechte in dem See gestorben seien. Wenn nun heute das nämliche Wasser im stande gewesen wäre, den See allein auf längere Zeit salzig zu machen, so liegt kein Grund vor, warum nicht auch zu jener Zeit der See durch

---

1) Ausführliche topographische Beschreibung des Herzogtums Magdeburg und der Grafschaft Mansfeld, Magdeburgischen Anteils. Berlin 1785. Auf S. 8 Anm. sagt der Verfasser: Das Wasser in beiden ist etwas gesalzen, jedoch so, dafs 100 Teile Wasser kaum 1 Teil Salz enthalten. Aus welchem Grunde aber der kleinere See den Namen des süfsen erhalten, dürfte schwer zu bestimmen sein, da das Wasser in beiden gleich gesalzen ist und die Meinung, dafs der kleinere ehedem süfses Wasser gehabt, wahrscheinlich auf einer blofsen Sage beruht.

2) Curtii Sprengel, Flora Halensis. Halle 1806 (S. XIV).

3) S. a. a. O.

den salzhaltigen Zuflufs dauernd salzig geworden sein soll. Wenn dieses Wasserbecken trotzdem den Namen „der Süfse See“ führt, so ist dies vielleicht so zu erklären, dafs das Wasser desselben früher relativ süfs, d. h. süfser als das des Salzigen Seees gewesen ist[1].

Auch der wohl zweifellose Ursprung des Salzgehaltes vom Salzigen See mufs uns, wie wir sogleich sehen werden, zu obiger Annahme führen. Dieses Wasserbecken verdankt seinen Salzgehalt zahlreichen salzhaltigen Quellen, welche teils sichtbar am Ufer, teils unsichtbar unter dem Seespiegel hervorbrechen und den Gips- und Salzlagern des Zechsteins, der das ganze Gebiet um die Mansfelder Seeen unterteuft, entstammen. Dafs der Boden in der Umgebung des Seees besonders innerhalb des Buntsandsteins stark salziges Quellwasser hat, beweist der Umstand, dafs bei der Tieferlegung eines Brunnens in Wansleben, als man die in dem Buntsandstein lagernden, undurchlässigen Letten durchstochen hatte, eine starke Sole hervorquoll. Dasselbe wird von einigen Brunnen in Erdeborn berichtet, deren Wasser ebenfalls bei dem tieferen Abteufen wegen des grofsen Salzgehaltes unbrauchbar wurde. Diese Sole wird sicher an vielen Stellen des Seebodens durch den durchlässigen Sandstein hindurchdringen und so dem See seinen Salzgehalt geben. Da nun der Süfse See in denselben Buntsandstein eingebettet ist, wie der Salzige See, so steht der Annahme, dafs auch diesem Wasserbecken unterseeisch salzhaltige Quellen zugeführt worden sind und noch werden, wohl kaum ein Bedenken entgegen, noch dazu da aus dem Verhältnis von Abflufs und Zuflufs dieses Seees deutlich hervorgeht, dafs derselbe überhaupt unterseeisch gespeist wird[2].

Sollte nicht vielleicht in dem Umstande, dafs der Boden des Süfsen Seees höher gelegen ist als der des Salzigen, ein Grund dafür enthalten sein, dafs das Wasser des ersteren stets weniger salzig gewesen sein mufs als das des letzteren? Bei dem Abteufen der Brunnen in Wansleben und Erdeborn ist das hervorquellende Wasser um so salziger geworden, je tiefer die Bohrung ging. In derselben Weise werden im allgemeinen auch die Quellen an den Ufern und auf dem Boden der Seeen um so salziger sein, je früher sie zu Tage treten können,

---

1) Überhaupt bin ich zu der Annahme geneigt, dafs die Bezeichnung „Süfser See“ erst in jüngerer Zeit erfolgt ist, da in älteren Berichten immer nur von dem grofsen Salzsee bei Seeburg gesprochen wird, worunter man eben beide Seeen verstand.

2) Siehe darüber S. 31.

d. h. je geringeres Gebirge dieselben zu durchdringen haben und je weniger sie demnach durch oberflächliches Sickerwasser verdünnt werden.

Die Mansfelder Seeen, der Salzige sowohl wie der Süfse, werden aber hiernach noch so lange salziges Wasser haben, bis die unterirdischen Gips- und Salzlager ausgelaugt oder die daraus hervorkommenden Quellen versiecht sind.

2.

Die Tiefenverhältnisse.

Hat es schon an und für sich einen unverkennbaren Reiz, zu wissen, wie tief ein See ist, in dessen dunkle Fluten wir unseren Blick versenkt haben, so ist die Kenntnis der Tiefe für den forschenden Geographen von der höchsten Bedeutung. Wenn der Geograph an die Lösung der Frage nach der Entstehung eines Seees herantreten will, so genügt es nicht, dafs er die geologischen und orographischen Verhältnisse des Seees erforscht, er mufs auch das Lot hinablassen in die Tiefen desselben, um sich ein Bild von der Gestaltung des Untergrundes machen zu können. Die Kenntnis der Form eines Seebeckens wird zuweilen allein im stande sein, uns auf die richtige Erklärung seines Entstehens zu führen. Wer die Geistbeck'sche Arbeit über die Seeen der deutschen Alpen[1] gelesen hat, der wird sich nicht verhehlen können, wie grundlegend die Kenntnis der Bodenform dieser Seeen für die Erklärung der Entstehung derselben gewesen ist.

Die Mansfelder Seeen sind in ihrer Bodenplastik bisher fast völlig unbekannt gewesen. Über die Tiefenverhältnisse derselben herrschen bei den Umwohnern meist sehr falsche Vorstellungen. Man erzählt sich dort von tiefen, unergründlichen Löchern, die noch niemand habe auszuloten vermocht. Derartige irrige Angaben finden sich auch in schriftlichen Überlieferungen aus früheren Zeiten vor. So wird uns z. B. von Gottfried Pareus[2] ums Jahr 1750 berichtet, dafs der See nach Angabe der dortigen Fischer 18 Klafter, gleich 34,2 m, tief sei. Diese Angabe beruht sicher nicht auf einer wirklichen Messung. Denn es ist nicht anzunehmen, dafs in 130 Jahren der See, welcher jetzt an seiner tiefsten Stelle nur 18 m mifst, sich um 16 m verflacht habe. Allein auch in den Beschreibungen der Mansfelder Seeen aus neuerer Zeit sind die Tiefenangaben meist unzutreffend. In seinem Büchlein „Ein Wandertag an den beiden Mansfelder Seen"[3] bemerkt Heine,

1) Alois Geistbeck, Die Seeen der Deutschen Alpen. Leipzig 1885.

2) Grundigs Neue Versuche nützlicher Sammlungen zu der Natur- und Kunstgeschichte, sonderlich von Obersachsen. Bd. I, S. 193.

3) K. Heine, Ein Wandertag an den beiden Mansfelder Seen. Halle, 1872.

dafs die durchschnittliche Wasserhöhe in beiden Seeen 30'—40', gleich 10—14 m, nicht übersteige. Dafs er hierbei die wahre Tiefe der Seeen weit überschätzt hat, wird aus dem Folgenden zur Genüge hervorgehen.

In dem Salzigen See ist vor etwa 10 Jahren unter Leitung des Herrn Professor von Fritsch aus Halle eine Lotung ausgeführt worden, die im wesentlichen die Tiefenverhältnisse richtig gestellt hat, uns aber keinen Einblick in die Gestaltung dieses Wasserbeckens gestattet. Über die Tiefe des Süfsen Seees hat man dagegen bis heute so gut wie nichts gewufst, da in demselben keine Lotungen gemacht oder wenigstens keine bekannt geworden sind.

In anbetracht dieser unzuverlässigen Angaben erschien eine eingehende Auslotung der Seeen nicht nur sehr wünschenswert, sondern durchaus erforderlich, wenn man die Gestaltung der Wasserbecken zu einer Erklärung ihrer Entstehung heranziehen wollte.

Bevor ich jedoch die Resultate selbst bekannt gebe, möchte ich die Methode, nach der ich die Lotungen ausgeführt habe, etwas näher beleuchten. Denn nur wenn man die Methode einer Messung kennt, ist es möglich, sich ein Urteil über die Zuverlässigkeit derselben zu bilden. Vielleicht sind aber die Angaben auch geeignet, denen, welche an anderen Seeen Lotungen vornehmen wollen, als Grundlage zu dienen.

Bei der Ermittelung der Bodenform eines Wasserbeckens handelt es sich nicht allein darum, die Tiefen an verschiedenen Stellen des Seees kennen zu lernen, sondern es ist vor allem erforderlich, dafs die Lage der Stellen, an welchen gelotet worden ist, genau fixiert sind, damit dieselben nachher in die Karten eingetragen werden können.

Diese Fixierung der Lotungspunkte suchte ich im Süssen See in folgender Weise zu erreichen. Von einer mit Hilfe einer Bussole möglichst genau bestimmten Stelle des Ufers aus liefs ich ein Boot in der Richtung nach einem auf der anderen Seite des Seees ebenfalls genau festgelegten Punkte fahren. Damit nun das Boot nicht aus dieser Fahrrichtung wieder — etwa durch den Wind — herausgetrieben würde, wurde ein Beobachter am Ufer aufgestellt, der den Insassen des Bootes durch Signale mitteilen mufste, nach welcher Seite hin sie die ursprüngliche Fahrrichtung verlassen hatten. Nachdem hierdurch zunächst eine Linie über den See hinweg bestimmt war, wurde zur Fixierung der Lotungsstellen auf dieser Linie an einer zweiten Stelle des Seeufers ein anderer Beobachter aufgestellt, der die Aufgabe hatte, mit Hilfe einer Bussole den jedesmaligen Punkt, an dem ihm durch ein verabredetes Zeichen vom Boote aus eine Lotung gemeldet wurde, einzuvisieren.

Der Schnittpunkt der Fahrrichtung des Bootes mit dieser Visierlinie gab dann auf der Karte den Ort der Lotung an.

Diese Methode erwies sich als sehr praktisch bei dem ziemlich schmalen Süssen See. Anders lagen die Verhältnisse bei dem viel grösseren Salzigen See. Die Breite dieses Wasserbeckens ist zu grofs, um eine solche durch zwei Punkte am Ufer bestimmte Richtung mit dem Boote leicht innehalten zu können. Trotzdem hat in Ermangelung hinreichender Kräfte die Auslotung auch dieses Seees teilweise nach dieser Methode ausgeführt werden müssen. Zum weit gröfseren Teile wurde aber bei der Tiefenmessung im Salzigen See in der Weise verfahren, dafs von dem Boote eine beliebige Richtung verfolgt, und die Punkte der Lotung nun von zwei Beobachtern am Ufer gleichzeitig mittelst der Bussole einvisiert wurden. Ein verabredetes Zeichen — Schwenken einer weifsen Fahne — benachrichtigte die Beobachter von dem Augenblicke der Lotung. Bei der Aufstellung der beiden Beobachter ist noch der Gesichtspunkt befolgt worden, dafs die Visierlinien derselben sich möglichst unter rechtem Winkel schneiden.

Um das Eintragen der Lotungspunkte, die sich als Schnittpunkte der beiden Visierlinien ergeben, zu erleichtern, ist es empfehlenswert, nach genauer Gleichstellung der Uhren der einzelnen Beobachter zu bestimmen, dafs die Tiefenmessungen sowohl als die Einvisierungen des Bootes stets nach gleichen Zeitintervallen — etwa nach je 3 Minuten — vorgenommen werden sollen. Auf diese Weise fällt das bei grofsen Wasserflächen immerhin schwierige Signalisieren fort. Natürlich bleibt es den Insassen des Bootes unbenommen, auch in den Zwischenzeiten zu loten, wo dies nöthig erscheint. Die Stelle der Lotung ist dann freilich nicht genau fixiert; die Lotung kann aber dennoch bei Aufstellung der Isobathen verwendet werden.

In solchen Seeen, welche im Winter sich vollständig mit Eis bedecken, ist es ratsam, die Tiefenmessung im Winter vorzunehmen. Eine Lotung im Winter hat den Vorteil, dafs man dabei nur eine Bussole nötig hat — man kann ja von dem Orte der Messung selbst aus direkt die Lage desselben bestimmen — und dafs man demnach auch weniger Arbeitskräfte braucht. Allein der Umstand, dafs für jede Lotung ein Loch in die Eisdecke gehackt werden mufs, wozu immerhin Zeit erforderlich ist, hebt diesen Vortheil wieder auf. Was man an Arbeitskräften erspart, mufs man an Zeit zusetzen. Dazu kommt noch, dafs auch die Kälte die Messungen sehr behindert. Trotzdem ist eine Lotung während der völligen Eisbedeckung des Seees sehr gut angebracht, um die zu anderer Zeit ausgeführten Messungen zu prüfen.

und zu ergänzen. Aus diesem Grunde wurden auch in den Mansfelder Seeen während des letzten Winters Lotungen vorgenommen, die wesentlich zur Feststellung der Isobathen beigetragen haben.

Als Lotungsapparat diente bei der Ausmessung des Süssen Seees ein einfaches Gewicht, das an eine nach Metern eingeteilte Leine befestigt war. Allein bei Anwendung dieses zwar sehr einfachen Apparates erfuhr man durchaus nichts über den Untergrund des Seees. Da aber die Kenntnis der Bodenbeschaffenheit eines Wasserbeckens immerhin von wissenschaftlichem Wert ist, so wurde für die Auslotung des Salzigen Seees ein anderer Apparat hergestellt, der auch darüber genügenden Aufschlufs geben konnte. Das Gewicht besteht bei diesem Apparat aus einem zylindrischen Gefäfs, das nach unten etwas keilförmig zugeht und dessen Hohlraum nach unten durch ein Klappventil verschlossen ist. Wenn das Gewicht schnell in das Wasser hinabgelassen wird, öffnet sich das Ventil und infolge seiner Schwere sinkt das Gewicht in den Untergrund ein. Bei dem Emporheben des Gewichtes schliefst sich das Ventil wieder und es bleiben Teile des Untergrundes in dem Gefäfs zurück. Wo das Gewicht ganz ohne Bodensatz zur Oberfläche kommt, kann man mit Sicherheit auf felsigen Untergrund schliefsen. Dieser Apparat hat sich in jeder Weise als geeignet bewährt. In betreff der Lotleine mufs noch bemerkt werden, dafs dieselbe vor dem Gebrauche mit Öl durchtränkt werden mufs, um das Zusammenziehen derselben im Wasser möglichst zu verhindern. Allein auch trotz des Einölens ist es ratsam, die Leine nach dem Gebrauche nachzumessen.

In der soeben angegebenen Weise wurde das Material zusammengetragen, welches zur Konstruierung einer Tiefenkarte der Mansfelder Seeen nötig war. Die beigefügte Karte zeigt uns das Ergebnis der Messungen. In dieselbe wurden die einzelnen Lotungspunkte eingetragen und die Punkte gleicher Tiefe dann durch Linien verbunden. Dafs hierbei an manchen Stellen, wo keine Messungen vorlagen, die Isobathen nach Gutdünken gezogen worden sind, bedarf kaum der Erwähnung. Die Anzahl der zur Herstellung der Karte verwendeten Messungen betrug in dem Süfsen See 55, in dem Salzigen See 142 und in dem Bindersee 36.

Diese Tiefenmessungen sind nun freilich unbeachtet der jährlichen Schwankung des Seespiegels vorgenommen worden. Allein der Unterschied zwischen dem höchsten Wasserstand, der gewöhnlich im Frühjahr einzutreten pflegt, und dem niedrigsten beträgt in beiden Seeen noch nicht einen Meter. Die Reduktion der Messungen auf den mittleren Wasserstand, der nur sehr schwer zu ermitteln wäre, würde demnach keine wesentlichen Änderungen der Messungen zur Folge haben.

Zu erwähnen ist hier, dass seit den letzten Jahrzehnten nach den Aussagen der Uferbewohner der Wasserspiegel des Salzigen und Süſsen Seees bedeutend gesunken ist. Die älteren Fischer zeigen heute noch die Stelle auf dem Ufer, wo vor 30 bis 40 Jahren ihr Schifferkahn angelegt war, und die jetzt mehr als 1 m über dem heutigen Wasserspiegel gelegen ist.

Das Becken des Süſsen Seees, das wir seiner einfacheren Gestaltung wegen zuerst betrachten wollen, hat die Form einer flachen Thalmulde, die sich in der Richtung von WNW. nach OSO. erstreckt. Die gröſste Tiefe von 7,68 m erreicht der See an seiner breitesten Stelle dort, wo die Buntsandsteinfelsen des nördlichen Ufers in einem nach Süden geöffneten Bogen etwas zurücktreten. Im übrigen nimmt die Tiefe des Seees sowohl in der Richtung von W. nach O. als auch in der Richtung von S. nach N. allmählich zu. Deutlich zeigen dies die der Karte beigefügten Profile EF und GH.

Ein Bild von der relativen Tiefe eines Seees erhalten wir, wenn wir das Verhältnis der gröſsten Tiefe zu der Seite eines der Seefläche gleichen Quadrates ermitteln. Das Areal des Süſsen Seees beträgt 2,619 qklm. Es ist demnach

$$\sqrt{2619000} : 7{,}68 = 1618 : 7{,}68 = 210 : 1$$

Ein solches Verhältnis wird nach Geistbeck von keinem See der Alpen erreicht. Wir haben es demnach bei dem Süſsen See mit einem auſserordentlich flachen Wasserbecken zu thun. Nur der Bodensee nähert sich in seinem Verhältnis der Tiefe zum Areal von 1 : 195 etwas dem Süssen See. In dem Salzigen See, dessen gröſste Tiefe 18 m beträgt und dessen Arealfläche 8,797 qklm miſst, stellt sich das Verhältnis etwas kleiner. Es ist nämlich

$$\sqrt{8797000} : 18 = 2966 : 18 = 165 : 1.$$

Allerdings erreicht dieser See, wie wir später erfahren werden, nur an einer Stelle die Tiefe von 18 m. Im allgemeinen ist er ein noch flacheres Becken als der Süſse See.

Zur weiteren Charakterisierung der Bodenplastik im Süſsen See mögen die folgenden Angaben dienen. Eine Tiefe von 5 m erreicht man vom nördlichen und nordöstlichen steilen Ufer aus in einer Entfernung von 50 m bis 75 m. Vom flachen südlichen Ufer aus senkt sich dagegen der Untergrund erst bei einer Entfernung von 150 m bis 200 m zu dieser Tiefe herab. Der südlich vom Seeburger Schlosse gelegene östlichste Teil des Süſsen Seees ist sehr flach. Die Behauptung der Uferbewohner, daſs unmittelbar vor dem Seeburger Schlosse

die gröfste Tiefe sei, ist unrichtig. Der Boden zeigt hier wie überhaupt in der ganzen Erstreckung des Beckens eine gleichmäfsig-ebene Beschaffenheit ohne irgend welche Erhebungen oder Senkungen nur mit verschiedenen Böschungswinkeln nach dem Ufer hin.

Der Untergrund des Seees ist zumeist ein mergelig-schlammiger Absatz[1], der infolge organischer Beimengungen oft einen fauligen Geruch hat. Vor der Mündung der Bösen Sieben und des Stollens ist der Seeboden von alluvialen Schwemmmassen gebildet, die von jenen Gewässern, vornehmlich der Bösen Sieben, dem See zugeführt werden. Felsiger Untergrund ist nur in der Nähe der nordöstlichen Ufer vorhanden. Dort setzen sich die felsigen Gehänge des Ufers auch unter dem Seespiegel in steilem Abfall fort. Vom südlichen Ufer aus wird der See immer mehr verflacht; derselbe mufs hier fortwährend Teile seines Gebietes an das Land abtreten. Wahrscheinlich ist die Ausfüllung des Süfsen Seees von dieser Seite her hauptsächlich auf äolischem Wege erfolgt. Im Windschatten des über 150 m hohen Höhenzuges nördlich von Erdeborn und des über 140 m hohen Wachhügels sind die Bedingungen für äolische Ablagerungen besonders günstig. Hier findet sich auch der Löfs auf dem Lande in ziemlich bedeutender Mächtigkeit vor. Die nördlichen und nordöstlichen Ufer sind dagegen den Einflüssen von Wind und Wetter stets unbehindert ausgesetzt gewesen. Auf die Wirkungen desselben sind darum auch allein die steilen Abhänge dieser Ufer zurückzuführen.

Die nämlichen Erscheinungen treten uns an den Ufern des Salzigen Seees entgegen. Überall dort, wo der vorherrschende Wind, der hier ein südwestlicher, westlicher und nordwestlicher ist, über den See hinweg auf das Ufer trifft, sehen wir dieses sich in steilabfallenden Gehängen erheben. Dasselbe erscheint oft so zernagt und zerklüftet, dafs ein flüchtiger Blick darauf leicht zu der irrigen Ansicht führen kann, dafs wir es hier mit einer Bruchfläche zu thun haben. Das südliche Ufer, das in dem Windschatten des Hornburger Sattels gelegen ist, steigt dagegen nur sanft an und ist vielfach von Löfs gebildet.

Der Salzige See zeigt in seiner Bodenplastik ebenfalls eine grofse Einfachheit. Nur der westliche Teil bringt in der Bodenform einige Abwechselung. Dort haben wir unmittelbar an dem Ufer des Seees, dicht bei dem Ober-Röblinger Bad, die tiefste Stelle des ganzen Seees,

---

1) Wir gebrauchen hier denselben Ausdruck, welchen v. Fritsch in den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preufsen (Blatt Teutschenthal, S. 44) für den Absatz auf dem Boden der Seeen angewandt hat.

die sogenannte Teufe. Hier erreicht das Lot erst bei 18 m den Untergrund. Die Teufe ist eine länglich geformte Senke, die von allen Seiten her gleich steil abstürzt. Der Untergrund ist von einem stark mit organischen Substanzen durchsetzten Schlamm gebildet. Die Isobathe von 15 m hat noch eine Längsaxe von ca. 75 m, die von 10 m etwa eine solche von 150 m. Eine zweite derartige Bodensenkung finden wir bei Unter-Röblingen in der Mitte der Wasserfläche. Dieselbe ist unter den Uferbewohnern als das Heller Loch bekannt. Die Tiefe beträgt 17,25 m. An Umfang steht das Heller Loch der Teufe weit nach. Es ist eine nur etwa 50 m breite, in ihrer Form mehr kreisrunde brunnenartige Vertiefung, deren Untergrund ebenfalls ein fauliger Schlamm ist.

Der übrige Teil des Seebeckens zeigt eine ziemlich gleichmäfsige Bodenform. Der Untergrund reicht an verschiedenen Stellen unter 8 m herab. Wie in dem Süfsen See nimmt auch hier die Tiefe von W. nach O. allmählich zu. Schon die Isobathe von 7,5 m gehört fast ganz dem östlichen Teile an und eine Tiefe von 8 m ist nur auf dieser Seite des Seees gelotet worden. Doch ist der Salzige See keineswegs eine einfache Mulde, in der sich der Boden von allen Seiten gleichmäfsig nach der tiefsten Stelle senkt; vielmehr haben wir es hier mit einem Becken zu thun, dessen Boden einen wellenförmigen Charakter trägt. Deutlich zeigt uns diese Eigentümlichkeit des Untergrundes das Profil CD. Die Erhebungen sind freilich nur sehr geringe. Die Wellenunterschiede betragen meist noch nicht einen Meter. Charakteristisch für die Bodenplastik des Salzigen Seees ist ferner, dafs die sanftansteigenden Ufer im Süden und Westen sich auch unter dem Seespiegel fortsetzen, während von dem nördlichen und östlichen Ufer die Seetiefe ziemlich schnell zunimmt. Die Isobathe von 5 m finden wir im Norden und Osten in einer Entfernung von ca. 75 m, im Süden und Westen dagegen meist erst in einer solchen von 250 m vom Ufer. Während aber die Zunahme der Tiefe von Süden her eine gleichmäfsige ist, senkt sich längst des ganzen nördlichen Ufers der Seeboden in einer deutlich sichtbaren Stufe ab. Auch an dem Nordufer ist daher der See auf eine Breite von 20—30 m zunächst ein flaches Gewässer, dann aber nimmt seine Tiefe plötzlich zu. Der Boden fällt hier schnell von 2 m auf 4 m bis 5 m herab. Prof. v. Fritsch[1] spricht die Vermutung aus, „dafs diese unter dem Wasserspiegel vorhandene Stufe oder Ter—

1) v. Fritsch, Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preufsen. Blatt Teutschenthal. S. 44.

rasse vielleicht eine ehemalige, durch eine Senkung tiefer gelegte Strandklippe ist, ähnlich der jetzt durch die fortdauernde Abschwemmung am Nordufer erzeugten.“ Im Süfsen See finden wir von einer solchen Stufe nichts. Während aber die steilen Gehänge nördlich des Salzigen Seees unmittelbar an den Wasserspiegel herantreten, ist den betreffenden Gehängen am Süfsen See noch eine 30 m bis 50 m breite flache Niederung vorgelagert. Es scheint demnach als ob hier die Stufe entweder noch nicht unter den Seespiegel gesunken sei, oder als ob die Terrasse durch Zurückweichen des Seespiegels bereits wieder festes Land geworden sei. Letzteres ist wohl das wahrscheinlichere, da eine Abnahme des Wasserstandes im Süfsen See sich auch anderweitig gezeigt hat.

Der Untergrund wird im Salzigen See ebenfalls zum gröfsten Teil von einem mergeligen Schlamm[1] gebildet. Derselbe nimmt, je mehr wir uns dem nördlichen und östlichen Ufer nähern, eine etwas rötlichere Farbe an. Die Beschaffenheit dieses Schlammes scheint übrigens auf äolischen Ursprung hinzuweisen, indem er ein dem Löfs ähnliches, sehr feinkörniges Gemenge ist. An der Mündung der Weida besteht der Seeboden aus alluvialen Schwemmmassen, die dieser das ganze Jahr hindurch ein sehr schmutziges Wasser führende Bach in Form eines kleinen Deltas vor seiner Mündung absetzt. Die Weida trägt dadurch nicht unwesentlich zur Ausfüllung und Verflachung des Seees bei. Felsigen Untergrund finden wir nur an einzelnen Stellen in der Nähe des nördlichen Ufers. In dem östlichen, besonders südöstlichen Teil des Wasserbeckens wird der Boden von bald feinerem, bald gröberem Kies gebildet, der hier von den Wellen an das Ufer angeschwemmt wird. Besonders mächtig finden wir den Kies bei dem Bad Wansleben abgelagert, sodafs hier das Ufer immer weiter in den See vordringt, und die dünenartig aufgebauten Sandmassen bereits einen kleinen Teich von dem See abgeschnürt haben.

Der Bindersee endlich, an Umfang der kleinste von den drei Wasserbecken, bringt in seiner Bodenform die gröfste Mannigfaltigkeit. Das Profil IK zeigt dies in so unverkennbarer Deutlichkeit, dafs es kaum noch eines besondern Hinweises darauf bedarf. Auch an mittlerer Tiefe übertrifft er die beiden andern Seeen weit. In unmittelbarer Nähe der Teufelsbrücke, jener Landzunge, welche den Bindersee von dem Salzigen See trennt, senkt sich der Boden bis zu 11 m herab, eine von W. nach O. gerichtete schluchtartige Senke bildend. Dann

---

1) S. Anm. S. 25.

erhebt sich aber der Boden wieder zu einer Untiefe von 3 m, um in dem nördlichsten Teil dieses Seees abermals bis zu beinah 12 m sich zu vertiefen. Der Rücken zwischen beiden Tiefen ist eine unterseeische Fortsetzung des in dem Wachhügel gipfelnden Höhenzuges, der auch auf dem jenseitigen Ufer wieder zu einer Höhe von 120 m ansteigt.

Dafs gerade im Bindersee sich so grofse Tiefen finden, mag zum Teil in den orographischen Verhältnissen der Umgebung liegen. Zunächst ist die tiefe Stelle nördlich von der Teufelsbrücke durch diese vor dem Zuschwemmen durch die Wellen des Salzigen Seees geschützt. Ferner aber erstreckt sich der Windschatten des zwischen Salzigem und Süfsem See gelegenen Höhenzuges fast ganz in der Richtung der Teufelsbrücke, sodafs auch ein Ausfüllen der Tiefen auf äolischem Wege verhindert ist. Diese Annahme wird dadurch bestätigt, dafs in der Senkung selbst der Lotapparat verhältnismäfsig wenig Schlamm zu Tage förderte. Die Schlammmengen nahmen erst wieder in der Nähe der Teufelsbrücke zu.

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch bei der zweiten Tiefe. Dieselbe befindet sich gerade in der Richtung einer den Bindersee mit dem Süfsen See verbindenden Thalsenke, in welcher sich die vom Winde getragenen Staubmassen bereits ablagern können, bevor dieselben den See selbst erreichen. Der Untergrund war darum hier an einzelnen Stellen felsig. An der tiefsten Stelle bewies freilich der zwar nur geringe Schlamm auf dem Boden des Seees, dafs auch bis hierher die Staubmassen von dem Winde getragen werden.

Von der Wirkung des Windes auf die Bodengestaltung der Mansfelder Seeen ist die Teufelsbrücke ein beredtes Zeugnis. Diese Landzunge verdankt allein der Wirkung von Wasser und Wind ihre Entstehung. Als ein schmaler, nur wenige Meter breiter Landstreifen erstreckt sie sich mitten in den See hinein und setzt sich dann als eine Untiefe bis zum jenseitigen Ufer fort. Nach dem Bindersee fällt die Teufelsbrücke unter einem steilen Böschungswinkel ab; nach dem Salzigen See dagegen ist ihr jene längs des ganzen Nordufers dieses Seees sich hinziehende Stufe vorgelagert, die hier als eine besonders breite Terrasse erscheint. Während der Seeboden an der flachen Stelle von Geröll des Buntsandsteins gebildet wird, besteht die eigentliche Teufelsbrücke nur aus Kies und Sand, der nach der Spitze der Landzunge hin immer mehr an Feinkörnigkeit zunimmt. Die Spitze selbst verändert fortwährend ihre Lage. Wenn ein starker Westwind weht, so treffen sich dort die oft 0,5 m hohen Wellen des Binderseees und des Salzigen Seees. Je nachdem nun die Wellen des einen Seees stärker

sind als die des andern, wandert das Ende der Landzunge mehr nach dieser oder jener Seite hin. Dabei treibt aber eine jede der Wellen eine kleine Menge Sand heran, die an dem Punkte sich ablagert, wo die Wellen sich treffen, wo also ihre Kräfte sich gegenseitig aufheben. Auf diese Weise ist allmählich die ganze Teufelsbrücke aufgebaut worden. Die Unterlage ist wahrscheinlich eine Untiefe, die von einem Buntsandsteinrücken gebildet wird, der ebenfalls als eine Fortsetzung des im Wachhügel gipfelnden Höhenzuges erscheint.

Die Bodenplastik der Mansfelder Seeen zeigt nach dem Gesagten neben grofser Einfachheit auch wieder eine gewisse Mannigfaltigkeit. Gerade diese aber ist es, welche für die Erklärung des Seephänomens von besonderer Bedeutung ist.

3.

Gröfse von Zuflufs und Abflufs.

Die Mansfelder Seeen erhalten ihr Wasser durch mehrere Bäche und Quellen, entwässern aber nur durch einen einzigen Abflufs. Die Gröfse der zugeführten und wieder fortgeführten Wassermenge, wurde, soweit es möglich war, im August 1887 mit Hilfe eines kleinen Woltmannschen Flügels, dessen Constante vorher genau bestimmt war, von dem Verfasser ermittelt. Die Messungen konnten wegen Mangel an Zeit leider nicht wiederholt werden. Die hier angeführten Zahlenwerte dürfen daher keineswegs als wahre Mittelwerte für die jährlichen Wassermengen angesehen werden. Trotzdem werden uns dieselben, da sie alle zu gleicher Zeit ausgeführt sind, das Verhältnis von Zuflufs und Abflufs der Seeen ziemlich richtig wiedergeben. Die Kenntnis dieses Verhältnisses ist aber für die Frage nach der Entstehung der Seeen von besonderem Werte, da wir daraus einen Schlufs darauf ziehen können, ob der See nicht auch durch unterseeische Quellen gespeist wird.

Der Süfse See empfängt sein Wasser zunächst durch die von Eisleben kommende Böse Sieben. Dieser Bach führt im allgemeinen wenig Wasser, er schwillt nur nach heftigen Regen stark an. Zur Zeit der Messung war sein Wassergehalt so gering, dafs die Tiefe des Baches nicht ausreichte, um die Stromgeschwindigkeit mit Hilfe des Woltmannschen Flügels bestimmen zu können. Es mufste darum die Stromgeschwindigkeit durch Schwimmer ermittelt werden. Die Beobachtung ergab hierbei, dafs eine Strecke von 2 m im Mittel in 7,5 Sek. von dem Schwimmer zurückgelegt wurde. Für eine Sekunde betrug

also die Geschwindigkeit 0,27 m. Die Flächengröfse ergiebt sich aus der der Karte beigefügten Zeichnung zu 0,150 qm. Es fliefst demnach innerhalb einer Sekunde zu:

$$0{,}150 \cdot 0{,}27 = 0{,}0405 \text{ cbm.}$$

Daraus folgt für das Jahr eine Wasserzufuhr von 1277208 cbm durch die Böse Sieben. Berücksichtigen wir aber den zur Zeit der Messung geringen Wasserstand des Baches, sowie den Umstand, dafs dieser Bach nach andauernden Regen vorübergehend ganz bedeutende Wassermengen dem See zuführt, so können wir die jährliche Wassermenge der Bösen Sieben ohne Bedenken zu 1,5 Mill. Cbm. annehmen.

Noch ungünstiger gestalteten sich die Verhältnisse bei dem vom Hornburger Sattel kommenden Bach, der im Volksmunde der Stollen genannt wird, weil in denselben früher ein Stollen aus den Mansfelder Bergwerken mündete. Dieser Bach ist so mit Algen durchwachsen, dafs auch eine Messung der Stromgeschwindigkeit mittelst des Schwimmers unmöglich war. Dennoch mag eine Abschätzung der Wassermenge hier gestattet sein. Rechnen wir noch die aus Lüttchendorf kommenden Quellbäche hinzu, so dürfen wir die Wasserzufuhr des Süfsen Seees durch diese Bäche etwa zu 1 Mill. Cbm. annehmen.

Die Gesamtmenge des dem See zufliefsenden Wassers beträgt sonach rund 2,5 Mill. Cbm.

Der Abflufs des überschüssigen Wassers vom Süfsen See geschieht durch den Mühlbach. Die Wassermenge dieses Baches wurde erst an der Mündung desselben in den Salzigen See, bez. Bindersee, gemessen, da hier die örtlichen Verhältnisse für eine Messung günstiger waren.

Die Bestimmung der Stromgeschwindigkeit mittelst des Woltmannschen Flügels ergab 86 Umdrehungen innerhalb 30 Sekunden, was einer Geschwindigkeit von 0,63 m in der Sekunde entspricht. Der Querschnitt des Baches enthält 0,2435 qm. In der Sekunde gehen demnach durch diesen Querschnitt hindurch:

$$0{,}2435 \cdot 0{,}63 = 0{,}153 \text{ cbm,}$$

mithin im Jahr 4825008 cbm. Wasser.

Da jedoch der Mühlbach auf der Strecke vom Süfsen See bis zur Mefsstelle zwei kleine Bäche aufnimmt, so ist diese Wassermenge nicht der wirklichen Abflufsmenge jenes Seees gleichzusetzen. Der Zuflufs der beiden Bäche zum Mühlbach mag etwa 800000 cbm im Jahr betragen. Dann bleibt noch immer eine Abflufsmenge des Süfsen Seees von über 4 Mill. Cbm., der nach obiger Rechnung nur ein Zuflufs von 2,5 Mill. Cbm. gegenüber steht. Aus diesem Zahlenverhältnis geht wohl

eifellos hervor, dafs der Süfse See auch durch zahlreiche unterseeische ellen gespeist wird.

Der Salzige See erhält aufser durch den Mühlbach nur noch durch bei dem Dorfe Unter-Röblingen mündende Weida einen erheblichen flufs. Aufserdem strömen ihm zwar noch mehrere kleine, zum Teil r zeitweise fliefsende Bäche bei Wansleben, bei Amsdorf und bei leborn zu; die Wasserzufuhr durch dieselben ist aber sehr gering d beträgt innerhalb eines Jahres wohl kaum 500 000 cbm.

Ziemlich erheblich ist dagegen die Wassermenge der Weida. In sem Bache machte der Flügel im Mittel 13,4 Umdrehungen innerhalb Sekunden, was eine Stromgeschwindigkeit von 0,21 m in der Sekunde iebt. Die Arealfläche des Querprofils dieses Baches enthält 1,4475 qm. rch dasselbe fliefsen demnach innerhalb einer Sekunde:

$$1{,}4475 \cdot 0{,}21 = 0{,}304 \text{ cbm},$$

d somit innerhalb eines Jahres:

9 586 944 cbm Wasser.

Der Gesamtzuflufs des Salzigen Sees beträgt also:

Mühlbach	4 825 008 cbm
Weida	9 586 944 cbm
Übrige Bäche	500 000 cbm
Summa .	14 911 952 cbm.

Das hiervon nicht verdunstende Wasser fliefst durch die Salzke Die Bestimmung der Stromgeschwindigkeit in der Salzke ergab ,7 Umdrehungen in 30 Sekunden, woraus eine Geschwindigkeit von ;8 m in einer Sekunde folgt. Da der Querschnitt dieses Baches an r Stelle der Messung 1,195 qm mifst, so fliefsen in einer Sekunde rch die Salzke ab:

$$1{,}195 \cdot 0{,}38 = 0{,}454 \text{ cbm Wasser.}$$

Die Abflufsmenge des Salzigen Seees innerhalb eines Jahres be-gt demnach:

14 317 344 cbm.

Diesem Abflufs stehen nach obiger Berechnung nur 14 911 952 cbm asser als Zuflufs gegenüber. Hiernach müfste etwa $^1/_2$ Mill. Cbm. asser im Jahr zur Verdunstung kommen, ein Wert, der sicher viel klein ist. Denn da die Fläche des Seees nahezu 10 Mill. Qm. fst, so würde sich daraus nur eine Verdunstung einer Wasserschicht n 0,05 m für das Jahr ergeben.

Wir können also auch für den Salzigen See aus dem Verhältnis von Abfluſs und Zufluſs den Schluſs ziehen, daſs derselbe durch Sickerwasser und Quellen unterseeisch gespeist wird.

Es muſs noch bemerkt werden, daſs die für den Mühlbach und die Salzke ermittelten Zahlen dem wahren Werte der Abfluſsmengen beider Seeen ziemlich gleichkommen. Denn diese Bäche führen als Abfluſskanäle groſser Wasserbecken ohne erheblich schwankenden Wasserstand das ganze Jahr hindurch eine von den jeweiligen Witterungsverhältnissen unabhängige und somit stets gleichmäſsige Wassermenge.

4.

Betrachtung über die Entstehung der Seeen.

Die chemische Beschaffenheit des Seewassers und die Bodengestalt der Seeen muſs uns für die richtige Erklärung des Mansfelder Seephänomens notwendig einigen Aufschluſs geben können. Indes bevor wir an die Frage nach der Entstehung der Seeen herantreten, wollen wir erst die geologischen Verhältnisse[1] der Seeumgebung wenigstens in groben Zügen darstellen.

Die Mansfelder Seeen liegen in einem groſsen Thalkessel, der im Süden von dem sogenannten Hornburger Sattel und im Norden von den Erhebungen der Mansfelder Hochfläche umrahmt wird. Die nördlich vom Süſsen See bis zu 200 m aufragenden Höhen gehören dem unteren Buntsandstein an, der sich als der Südrand der groſsen Mansfelder Triasmulde ununterbrochen in der Richtung von NNW. nach SSO. von Volksstädt an über Riſsdorf und Rollsdorf bis nach Langenbogen hin erstreckt. Die südlichen Höhen werden dagegen zunächst im Hornburger Sattel von den Schichten des oberen Rotliegenden gebildet, an welchen sich dann als die eigentliche Südgrenze des Seebeckens die Erhebungen der Esperstedt-Kukenburger Muschelkalkmulde anschlieſsen. Innerhalb dieses groſsen Thalkessels zieht sich in der Richtung des Süſsen Seees von Aseleben bis nach Teutschenthal ein sich bis zu 140 m erhebender Rücken von unterem Buntsandstein, der die beiden Wasserbecken des Salzigen und Süſsen Seees voneinander trennt. Die triadischen Formationen sind in der Umgebung der Seeen vielfach von tertiären und diluvialen Bildungen bedeckt. Vor allem sind es die

1) Die folgende Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgebung der Seeen ist den Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preuſsen entnommen (v. Fritsch, Blatt Teutschenthal).

Braunkohlenbildungen, welche im Süden und Südosten die Vertiefungen in den triadischen Schichten ausfüllen. Dieselben liegen meist zwischen 94 bis 103 m über dem Meeresspiegel, reichen also kaum unter den Untergrund der Seeen herab. Unter der Braunkohle treten uns stets die triadischen Formationen als Buntsandstein entgegen. Vom Diluvium finden wir vornehmlich den Löfs, der stellenweise die Ufer des Seees in Lagen von mehreren Metern Mächtigkeit bedeckt. Am südlichen Ufer des Salzigen Seees lagern diluviale Kies- und Sandmassen. Zahlreiche erratische Blöcke in der Seeumgebung zeigen uns ferner, dafs auch diese Gegend von den nordischen Gletschern überschwemmt war.

Die Mansfelder Seeen sind demnach hauptsächlich in unteren Buntsandstein eingebettet. Die Unterlage des Buntsandsteins wird von den Schichten des Zechsteins gebildet. Wahrscheinlich stofsen wir schon bei 60 m bis 100 m unter dem Spiegel des Salzigen Seees auf die Gesteine dieser Formation, die westlich vom See an den Gehängen des Hornburger Sattels auch wiederholt zu Tage treten. Die Zechsteinformation in der Umgebung von Mansfeld, die sich also bis zu den Seeen erstreckt, besteht wesentlich aus Kalksteinen, Aschen, Gipsen, Rauchwacken und Letten, welche sämtlich mehr oder weniger durch das Sickerwasser angegriffen und ausgelaugt werden können.

Die Lagen des Buntsandsteins zeigen überall, wo sie in der Umgebung der Seeen zu Tage treten, starke Verschiebungen. Die Schichten sind mannigfaltig gebogen und verworfen. Dieselben fallen nach den verschiedensten Richtungen hin ein. Bei dem Abteufen eines Brunnens in Wansleben wurde der Einfallswinkel des Buntsandsteins zu 60^0 und darüber bestimmt. Dieselben Schichtenstörungen finden wir in dem Eislebener Thalkessel auch weiter westlich unmittelbar bei der Stadt Eisleben. Die Ursache dieser Verwerfung des Buntsandsteins findet Credner[1], der in seinem Buche „Elemente der Geologie" uns eine eingehende Beschreibung dieser Schichtenstörungen giebt, in der auslaugenden Wirkung des Sickerwassers auf die löslichen Gesteine des Zechsteins. Die Gewässer haben allmählich die im Wasser löslichen Teile der Zechsteinbildungen fortgetragen und auf diese Weise schliefslich grofse Höhlen ausgewaschen, welche noch jetzt auf weite Strecken den Untergrund der Mansfelder Gegend durchziehen. Dort nun, wo lockere Gesteine darüber lagen, sind diese in die Hohlräume eingestürzt. Dadurch sind dann nicht nur die zahlreichen Schichtenstörungen in dem über der Zechsteinformation lagernden Buntsandstein verur-

1) Hermann Credner, Elemente der Geologie. 6. Aufl. Leipzig 1887, S. 231.

sacht, sondern es sind auch wiederholt an der Erdoberfläche Einsenkungen des Bodens hervorgerufen worden. Den Einbruch des Buntsandsteins werden wir uns teils als plötzlich, teils als allmählich zu denken haben, je nachdem die überwölbenden Schichten schon aufgelockert waren und darum sofort nachsanken, oder aber erst zusammenbrachen, als der Untergrund bereits auf eine gröfsere Strecke hin fortgeschwemmt war. Der Möglichkeit eines solchen Einsinkens des Buntsandsteins hat in der Gegend von Eisleben sicher noch die Bildung des Gipses aus Anhydrit, welche der Auslaugung vorausgehen mufste, vorgearbeitet. Mit der Umwandlung des Anhydrites in Gips ist eine nicht unbeträchtliche Ausdehnung des Volumens verbunden. Nach v. Fritsch[1] schwillt ein Anhydritwürfel von 1000 cbm Inhalt zu einem Gipskörper von 1330 cbm an. Infolge dieser Ausdehnung hat aber der Gips bei seiner Bildung auf seine Decke einen bedeutenden Druck ausgeübt, er hat diese gehoben und dadurch zersprengt und gelockert. Ein Zusammenbruch der Decke konnte also nunmehr um so leichter erfolgen.

Für die Gegend bei Eisleben waltet nach den Ausführungen Credners kein Zweifel darüber, dafs hier die Buntsandsteinschichten in die ausgewaschenen Gipsschlotten eingebrochen sind und der ganze Boden sich demnach gesenkt hat. Da nun die Mansfelder Seeen ebenfalls von dem Zechstein noch unterteuft sind, so glaube ich auf Grund einiger gewichtiger Thatsachen, die ich sofort erwähnen werde, auch die Bildung dieser Becken zum Teil auf obige Vorgänge zurückführen zu müssen.

Schon die zahlreichen Schichtenstörungen im Buntsandstein an den Ufern der Seeen deuten auf analoge Bildungen wie die bei Eisleben hin. Ferner aber sind wohl zweifellos jene trichterförmigen Löcher im Salzigen See als Einstürze zu betrachten. Derartige brunnenartige Vertiefungen sollen auch an verschiedenen Stellen des Ufers vorhanden gewesen sein. Der Pflug hat dieselben aber wieder ausgeebnet. Wahrscheinlich verdankt z. B. das sogenannte Teufelsloch an der Teufelsbrücke seine Entstehung einem solchen Einbruch. Weiter läfst auch die Form des Beckens vom Bindersee, besonders die tiefe Schlucht hinter der Teufelsbrücke, uns eine Einsenkung als Entstehungsursache vermuten. Die angeführten Erscheinungen können wohl kaum besser erklärt werden, als dafs wir sie auf einen Einbruch

1) H. Credner, Elemente der Geologie. 6. Aufl. 1887, S. 210.

oder ein Einsinken des Buntsandsteins in die durch Auslaugung entstandenen Hohlräume des Zechsteins zurückführen.

Hierbei ist noch zu beachten, dafs die Becken der Mansfelder Seeen jetzt gar nicht mehr in der Form uns entgegentreten, wie sie von dem Buntsandstein, dem eigentlichen Untergrund der Seeen, gebildet sind, sondern dafs ein grofser Teil des Seebodens von alluvialen Bildungen bedeckt ist.

Auch das Ergebnis der Analyse des Seewassers mufs uns noch in der obigen Ansicht bestärken. Zunächst ist bei der chemischen Untersuchung des Wassers[1] gezeigt worden, dafs der Salzgehalt der Zechsteinformation entstammt. Dadurch nun, dafs die in der Umgebung der Seeen ausgeführten Bohrungen, sobald sie den Buntsandstein erreicht hatten, auf salziges, dem Seewasser im Geschmack ähnliches Wasser gestofsen sind, ist uns der Beweis gegeben, dafs die Seeen durch direkte Quellen, nicht erst durch Zuflüsse von ferneren Gebieten aus, ihren Salzgehalt bekommen haben. Daraus folgt aber, dafs der Zechstein unmittelbar unter den Seeen dem Auslaugungsprozefs unterworfen ist.

Wenn wir annehmen, dafs die Salzke eine dem Salzgehalt des Seewassers entsprechende Menge Salz mit dem übrigen Wasser fortführt, so können wir uns ein ungefähres Bild von der Gröfse des Auslaugungsprozesses machen, wenn wir aus der Abflufsmenge der Salzke das zugleich fortgetragene Salz seinem Volumen nach berechnen. Der Abflufs der Salzke beträgt während eines Jahres ca. 15 Mill. Cbm. Wasser. Nach der Analyse enthalten 100000 Teile Seewasser rund 150 Gewichtsteile Salz; also sind in 15 Mill. Teilen Seewasser 22500 Gewichtsteile Salz enthalten, d. h. die Salzke führt innerhalb eines Jahres 22500 mctr Salz der Saale zu. Nach der Zusammensetzung des Salzgehaltes der Mansfelder Seeen können wir, zugleich mit Rücksicht auf eine Vereinfachung der Rechnung, das spezifische Gewicht des Salzes zu 2,25 annehmen. Dann finden wir, dafs in einem Jahr die Salzke eine Salzmasse von 10000 cbm fortträgt. In 100 Jahren entspricht die Menge schon einem Salzwürfel von 1 Mill. Cbm. und in 100000 Jahren ist durch das Thal der Salzke ein Salzgebirge von 1 cbklm Inhalt fortgetragen worden. Das zu den Mansfelder Seeen gehörende Entwässerungsgebiet ist nun zu etwa 400 qklm zu veranschlagen. Daraus würde sich bei gleichmäfsiger Verteilung der Salze über das ganze Gebiet ergeben, dafs in der Zeit von 100000 Jahren ein Salzlager von

1) S. darüber S. 19.

2,5 m Mächtigkeit fortgeschwemmt worden wäre. Da aber die Lagerungen des Zechsteins in Bezug auf die Löslichkeit der Gesteine eine sehr verschiedenartige ist, so wird an vielen Stellen weit mehr als eine Schicht von 2,5 m weggewaschen sein. Bei dieser Berechnung ist vorausgesetzt worden, dafs das Wasser der Seeen in früheren Zeiten denselben Salzgehalt gehabt habe wie heute. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber der Salzgehalt früher ein grösserer gewesen als jetzt, was aus verschiedenen Angaben hervorgeht. Wenn wir nun ferner noch bedenken, dafs die Zeit von 100000 Jahren für die Dauer des Auslaugungsprozesses viel zu klein angesetzt ist, so müssen wir zugestehen, dafs schon die oben gefundenen Zahlen hinreichend sind, um die Entstehung eines solchen Thalkessels wie das der Mansfelder Seeen allein durch die Auslaugung unterirdischer Salz- und Gipslager möglich erscheinen zu lassen. In der That fehlt es auch nicht an Männern, welche die Bildung der Seeen auf diese Ursache zurückführen. Auch Credner[1] hat früher die Ansicht ausgesprochen, dafs der Salzige und Süfse See wahrscheinlich ebenso entstanden sind wie die zahlreichen Teufelslöcher und Pingen am Südrande des Harzes, die nachweisbar nur mit Wasser ausgefüllte Vertiefungen der Erdoberfläche sind, welche ihrerseits wieder durch Senkung des Bodens in die unterirdischen Gipsschlotten hervorgerufen sind.

Trotzdem zwingen uns weitere geologische Erscheinungen in der Umgebung der Seeen, auch noch andere Ursachen für die Bildung derselben gelten zu lassen. In den Lagerungen der Braunkohle bei Langenbogen haben sich nämlich deutliche Pressungen und Schichtenstörungen gezeigt, die eine jüngstzeitliche Hebung des Bodens im Osten des Salzigen Seees beweisen. Hieraus hat man vielfach schliefsen zu müssen geglaubt, dafs die Mansfelder Seeen allein durch eine Aufstauung des Wassers in einem alten Erosionsthale entstanden seien. Auch v. Fritsch hat in den Erläuterungen zum Blatt Teutschenthal[2] der geologischen Spezialkarte Preufsens die Vermutung ausgesprochen, dafs die Verschiebungen der Braunkohle mit der Entstehung der Seeen in engem Zusammenhang ständen, indem er annimmt, dafs durch eine Bodenbewegung gleichzeitig die Wasser aufgestaut und die Braunkohle emporgeprefst worden seien. Indes trotzdem kann meines Erachtens diese Bodenbewegung schon darum nicht die alleinige Ursache der

1) Hermann Credner, Elemente der Geologie. 3. Aufl. 1876, S. 211.

2) Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Preufsens. Blatt Teutschenthal von K. v. Fritsch. S. 37.

Seeenbildung sein, weil dadurch keineswegs die vielen thatsächlichen Einsenkungen und Einstürze innerhalb der Seeen und in der Umgebung derselben, sowie die zahlreichen Schichtenstörungen im Buntsandstein erklärt werden. Da aber die gleichmäfsige Bodengestaltung der Wasserbecken, ferner die Ablagerung des Diluviums an den Ufern[1], auf die wir hier nicht weiter eingehen können, und endlich der alte Lauf der Unstrut, die nachweislich über den Salzigen See durch das Thal der Salzke einst unmittelbar der Saale zuströmte[2], deutlich beweisen, dafs wir es in den beiden Mansfelder Seeen in der That auch mit alten Flufsthälern zu thun haben, so sind wir gezwungen, die Entstehung der Seeen dennoch teilweise jener Hebung des Bodens, die sich in den Schichtenstörungen der Braunkohle bei Langenbogen kund giebt, zuzuschreiben. Für den Salzigen See erscheint dies fast zweifellos. Ob freilich auf dieselbe Bodenbewegung im Osten des Salzigen Seees auch die Bildung des 5 m höher gelegenen Süfsen Seees zurückgeführt werden kann, möchte ich vorderhand noch unentschieden lassen. Der Süfse See erscheint als die mit Wasser angefüllte tiefste Stelle des grofsen Eislebener Thalkessels, der zum Teil zwar ebenfalls durch Erosion, zum Teil aber auch, wie die Lagerungen des Buntsandsteins bei Eisleben ja unverkennbar beweisen, durch Einsenkung des Bodens in die unterirdischen Gipsschlotten entstanden ist. Da nun aber die beiden Seephänomene keineswegs in Bezug auf ihre Entstehung von einander getrennt werden können, da die Gleichförmigkeit ihrer Becken, die Übereinstimmung der geologischen Verhältnisse und des Salzgehaltes hinreichend darthun, dafs beide Seeen ein und derselben Ursache ihr Dasein verdanken, so ist dies ein neuer Grund, warum wir für die Bildung des Salzigen Seees teilweise ebenfalls eine Bodensenkung annehmen müssen.

In betreff der Ursache der bei Langenbogen zu Tage tretenden Hebung des Bodens bin ich zu der Ansicht geneigt, dafs dieselbe vielleicht auf die mit der Umwandlung des Anhydrits in Gips verbundenen Volumensausdehnung, die, wie oben gezeigt, eine ziemlich beträchtliche ist, zurückzuführen ist. Die Schichtenstörungen im Oligozän bei Langenbogen können sicher auch dadurch entstanden sein, dafs die Braunkohle, die während dieses Vorganges wahrscheinlich

---

1) Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Preufsens. Blatt Teutschenthal von K. v. Fritsch. S. 4.

2) G. Reischel, Die orohydrographischen Verhältnisse des Thüringer Centralbeckens. (Mitteil. d. V. f. Erdkunde zu Halle a. S. 1884, S. 59.)

noch flüssig war, nach der Emporpressung zugleich mit dem darunterliegenden Buntsandstein teilweise wieder eingesunken ist, wodurch selbst ein Überklappen der Schichten sehr wohl verursacht werden konnte.

Als Ursache der Wasseransammlung in den Seebecken sind bei dieser Annahme allerdings drei Möglichkeiten vorhanden: entweder ist die eine Hebung des Bodens bewirkende Gipsbildung unterhalb der Braunkohle später erfolgt als die unter dem Salzigen See, oder die Lagerungen des Anhydrits waren hier mächtiger als dort, oder endlich der Untergrund der Seeen hat sich in die ausgewaschenen Hohlräume bereits wieder gesenkt, während die Gipslager im Osten derselben noch nicht der Auslaugung zum Opfer gefallen sind.

Aus den angeführten Thatsachen geht also, um es zum Schlufs noch einmal zusammenzufassen, hervor, dafs die Mansfelder Seeen ihre Entstehung einer hebenden und somit das Wasser in den Flufsthälern aufstauenden Bodenbewegung, dann aber auch der auslaugenden Kraft des Wassers und der damit verbundenen teils plötzlichen, teils allmählichen Senkung des Bodens verdanken.

Vita.

Natus sum Guilelmus Ule d. IX mensis Maii anni h. s. LXI Halis Saxonum patre Ottone, quem morte ereptum esse acerbissime doleo, matre Maria e gente Strecker, quam adhuc superstitem magna cum pietate colo. Fidem profiteor evangelicam. Litterarum elementis imbutus gymnasium Halense frequentavi. Testimonio maturitatis munitus a. h. s. LXXXII Berolinum me contuli, ut in studia rerum mathematicarum, geographicarum, naturalium incumberem. Ter per sex menses scholis interfui vv. dd. Ascherson, Bastian, Eichler, Glan, Hettner, Hofmann, Kiepert, J. Knoblauch, Kronecker, Kummer, de Martens, Müller, Netto. Unde Halas ad litterarum studia absolvenda redii, ubi per octo semenstria me docuerunt vv. dd. Aſsmann, Cornelius, de Fritsch, Grenacher, Haym, Kirchhoff, H. Knoblauch, Kraus, Lehmann, Oberbeck, Volhard, Wangerin. Ut interessem exercitationibus geographicis, chemicis, mathematicis, physicis benigne concesserunt Kirchhoff, Volhard, Wangerin, Oberbeck, Dorn.

Quibus omnibus optime de me meritis praeceptoribus gratias ago quam maximas, imprimis vero vv. dd. Kirchhoff et Volhard, qui benevolentia et consiliis studia mea rexerunt.

Thesen.

Aus dem Wechsel in der Vegetation eines Landes da
man nicht unmittelbar auf eine Klimaänderung schliefsen.

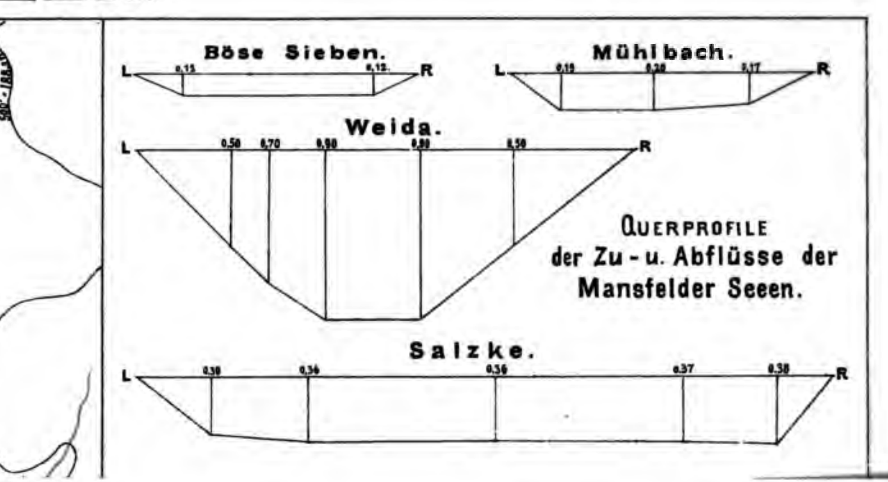
Eine genaue Feststellung des Geoids ist solange unmöglic
als wir nicht zuverlässigere Kenntnisse von der Massenverteilu
im Erdinnern besitzen.

Die einzig richtige Grundlage einer Systematik der a
organischen Chemie ist das periodische Gesetz der Elemente.

Ein Einflufs des Mondes auf die Witterung läfst sich
unseren Breiten mit Sicherheit nicht nachweisen.

Das Preisturnen ist möglichst zu beschränken.

EEEN.



Böse Sieben.
L
0,15
0,12.
R
Mühlbach.
L
0,15
0,20
0,17
R
Weida.
L
0,50
0,70
0,90
0,90
0,50
R
QUERPROFILE
der Zu- u. Abflüsse der
Mansfelder Seeen.
Salzke.
L
0,30
0,36
0,36
0,37
0,38
R



